

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA CHEMICKO - TECHNOLOGICKÁ

Bakalářská práce

2012

Simona Žabčíková

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ
KATEDRA ANALYTICKÉ CHEMIE

Nové trendy v technologii sýrů
Simona Žabčíková

Bakalářská práce

2012

UNIVERSITY OF PARDUBICE
FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF ANALYTICAL CHEMISTRY

New trends in cheese technology

Simona Žabčíková

Bachelor thesis

2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Simona Žabčíková**
Osobní číslo: **C09162**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Název tématu: **Nové trendy v technologii sýrů**
Zadávající katedra: **Katedra analytické chemie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte literární rešerši zabývající se technologií sýrů, a to jak sladkých sýrů, tak i kyselých sýrů (tvarohů).
2. Uveďte základní principy výroby sýrů včetně mikroorganismů běžně používaných v různých stádiích výroby sýrů. Diskutujte i moderní trendy v sýrařství, tj. nové typy výrobků, případně i mikrobiální kultury.
3. Diskutujte zdravotní aspekty související s konzumací sýrů, a to jak vlivy pozitivní, tak i případně vlivy negativní včetně nejčastějších příčin těchto nežádoucích efektů.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:
Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Martin Adam, Ph.D.**
Katedra analytické chemie
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Andrea Čížková**
Katedra analytické chemie
Datum zadání bakalářské práce: **20. února 2012**
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. června 2012**


prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2012

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na mou práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jiného subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Simona Žabčíková

Na tomto místě bych chtěla poděkovat doc. Ing. Martinu Adamovi, Ph.D., za ochotu, obětavý přístup a odborné rady v průběhu a při zpracování mé bakalářské práce.

Díky také patří mé rodině, která mě v průběhu celého studia podporovala duševně i finančně.

Souhrn

Práce je zaměřena na sýry sladkého a kyselého sýrařství, na jejich technologii, dělení a rozdíly mezi nimi. Dále se zabývá mlékem jako surovinou, jeho získáváním, složením, budou zmíněny i postupy kontroly, a to jak jakostní, tak zdravotní nezávadnosti. Při technologických procesech výroby sýrů jsou ve značné míře uplatněny čisté mlékařské kultury, též někdy nazývané kulturami startovacími, kterým je část práce také věnována. Jsou zde také diskutovány vlivy mléčných výrobků, především ČMK a sýrů, na zdraví člověka.

Klíčová slova: mléko, čisté mlékařské kultury, sýrařství, technologie sýrů

Summary

The work was focused on sweet and sour cheese production. Study deals with their technology, specification and differences between them. It also describes milk as a raw material, its acquiring, composition, quality control and health inspection. In technological processes of cheese production pure dairy cultures, also called starter cultures, were largely applied. The specification of these cultures together with appropriate health aspects of cheese consumption are also presented in this work.

Keywords: milk, pure dairy cultures, cheese production, dairy technology

Seznam použitých zkratk

ČMK	čistá mlékařská kultura
CPM	celkový počet mikroorganismů
PSB	počet somatických buněk
KTJ	kolonie tvořící jednotku
SH	Soxhlet-Henkel
TK	tuková kulička
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
SVS	Státní veterinární správa
ČOI	Česká obchodní inspekce
OOVZ	Orgány ochrany veřejného zdraví
ČSN	Česká státní norma
MO	mikroorganismus
HP	High pressure
EU	Evropská Unie

OBSAH

1 Úvod	13
2 Mléko.....	14
2.1 Definice mléka.....	14
2.2 Mlékařství.....	14
2.3 Tvorba a získávání mléka	14
2.4 Rozbor mléka.....	15
3 Čisté mlékařské kultury	18
3.1 Rozdělení čistých mlékařských kultur.....	18
3.2 Historie čistých mlékařských kultur	20
3.3 Význam čistých mlékařských kultur	20
3.4 Pěstování čistých mlékařských kultur	21
3.5 Uchovávání čistých mlékařských kultur.....	23
3.6 Kontrola jakosti čistých mlékařských kultur	24
4 Sýrařství.....	25
4.1 Historie sýrařství	25
4.2 Význam sýrů.....	25
4.3 Rozdělení sýrů	25
4.3.1 Dělení dle legislativy	26
4.3.2 Dělení dle původu.....	26
4.3.3 Dělení dle druhu použitého mléka.....	26
4.3.4 Dělení dle konzistence a obsahu vody.....	27
4.3.5 Dělení dle obsahu tuku v sušině	27
4.3.6 Dělení podle technologie výroby.....	27
5 Technologie výroby sýrů sladkého a kyselého sýrařství.....	29
5.1 Technologie kyselých sýrů	29
5.1.1 Kyselé srážení.....	29
5.1.2 Tvaroh.....	30
5.1.2.1 Odstředivkový způsob výroby	30
5.1.2.2 Klasický způsob výroby	31
5.1.3 Výroba olomouckých tvarůžků	32
5.2 Technologie sladkých sýrů	33

5.2.1 Příprava mléka pro výrobu sladkých sýrů	34
5.2.1.1 Pasterace	34
5.2.1.2 Standardizace mléka	35
5.2.1.3 Homogenizace	36
5.2.1.4 Přídavek dalších pomocných látek	37
5.2.1.5 Přídavek kyselých kultur.....	37
5.2.2 Sýření.....	38
5.2.3 Zpracování sýřeniny	39
5.2.3.1 Formování.....	40
5.2.3.2 Lisování	41
5.2.4 Solení	42
5.2.5 Zrání	43
6 Závěr.....	46
7 Seznam použité literatury	47

1 Úvod

Vznik sýrů jako takových nelze přesně historicky doložit, o jejich původu lze jen diskutovat. Podle jedné staré legendy vznikl první mléčný výrobek nedopatřením, kdy mladý pasáček koz zapomněl mléko v jeskyni. Po jeho návratu zjistil, že se srazilo. Sražené mléko mu chutnalo, a po tomto objevu začali lidé experimentovat, až vyrobili první sýr. Nyní je znám nespočet mlékárenských technologií pro výrobu zakysaných mléčných výrobků, sýrů sladkých i kyselých, másla apod. Hlavní výrobní surovinou těchto produktů je mléko.

Mléko a mléčné výrobky patří k nejvýznamnějším potravinám v lidském jídelníčku. Jsou zdrojem nejen vápníku, ale i bílkovin, vitamínů a dalších důležitých látek jako je fosfor, jod a další. Především vápník je důležitým prvkem v lidské výživě. Je základním stavebním elementem pro stavbu kostí, zubů, nehtů, kde je ukládán a slouží pro jejich pevnost a tvrdost. Nejbohatším zdrojem vápníku je právě mléko a mléčné výrobky, tudíž je jejich konzumace důležitá, především do 25 let života, kdy je vstřebáván do organismu nejvíce. Bílkoviny slouží jako základní zdroj látek pro tvorbu tkání, také plní funkci obrannou, transportní a mnoho dalších. Mléko obsahuje vitamíny rozpustné ve vodě, např. vitamíny skupiny B, a vitamíny rozpustné v tucích, což jsou A, D, E a K.

Jednotlivé technologické procesy jsou pro každý výrobek jiné, ale mají také spoustu společných znaků. Důležité je nejen dodržovat tyto technologické postupy, ale také hygienu a zdravotní nezávadnost konečných produktů. Nedílnou součástí výroby mléčných výrobků, a to nejen sýrů, jsou mikroorganismy. Jejich použití má jak technologický, tak i zdravotní význam. Všemi těmito základními aspekty výroby se bude tato práce zabírat.

2 Mléko

2.1 Definice mléka

Mlékem se nazývá pravý sekret mléčné žlázy savců. Sekrety mléčné žlázy se rozlišují na dvě základní skupiny – mléka zralá a nezralá. Mléko nezralé – mlezivo, kolostrum, je sekret mléčné žlázy vylučovaný před koncem gravidity a bezprostředně po porodu. Mlezivo se liší od mléka zralého chutí, pachem a zejména obsahem minerálních a imonoglobulinů. Po 7 až 10 dnech se tento sekret mléčné žlázy mění na mléko zralé. Mléka zralá se dělí na mléka kaseinová a albuminová, a to dle hlavní bílkoviny. Mezi mléka kaseinová patří například mléko kravské, kozí, ovčí, buvolí, velbloudí, apod. Do skupiny mlék albuminových patří mléko ženské, kobyli, psí, kočičí, svině a další.^{1,2}

2.2 Mlékařství

Mlékařství se zabývá výrobou mléka, jeho získáváním, zpracováním a distribucí. Zpracování mléka představuje jedno z nejdůležitějších odvětví v rámci potravinářského průmyslu. Mléko savců je nejdůležitější stravou pro mláďata téhož druhu, protože obsahuje důležité živiny ve správném poměru. V potravinářství se v rámci střední Evropy technologicky zpracovává mléko hospodářských zvířat, zejména skotu. V dnešní době je hojně využíváno i mléko kozí a ovčí.¹

2.3 Tvorba a získávání mléka

Hospodářská zvířata chovaná pro mléko mají mléčné žlázy uloženy ve vemeni. Vemeno je rozděleno na čtyři čtvrti, z nichž každá část je opatřena lysým strukem. Struk je ukončen svěračem zabraňujícím samovolnému úniku mléka. Strukový kanálek ústí ve strukovou cisternu, která navazuje na cisternu mléčnou. Do mléčné cisterny ústí síť kanálků, kterými je mléko vedeno z alveol. Alveoly jsou uloženy ve žláznaté části vemene,

mají velikost 0,1 až 0,3 mm a jsou vystlány jednovrstevným sekrečním epitelem, který zajišťuje tvorbu a sekreci mléka. Okolo alveol jsou rozmístěny buňky hladkého svalstva zajišťující uvolňování mléka strukovým kanálkem.

Samotná tvorba a sekrece mléka je podmíněna hormonálně. Po ukončení gravidity je předním lalokem hypofýzy uvolňován hormon prolaktin, který společně s dalšími enzymy způsobuje laktaci. Vlivem hormonu oxytocinu, který je vylučován zadním lalokem hypofýzy, je mléko vytlačováno pomocí buněk hladkého svalstva v okolí alveol do mléčné cisterny, následně do cisterny strukové a strukovým kanálkem přes strukový svěrač ven z vemene. Chce-li mládě pít z mléčné žlázy matky, musí dojít následkem vnějších podnětů k uvolnění hormonu oxytocinu. Při dojení mléka je nutné tyto vnější podněty zajistit, a to omýváním vemene vlažnou vodou před začátkem vlastního dojení.

Kravske mléko je bílá až slabě nažloutlá tekutina s příznačnou vůní a plnou nasládlou chutí. Složení mléka je ovlivněno mnoha aspekty – plemenem dojnice, stářím, ročním obdobím, krmivem, ale i způsobem a délkou dojení, případně nemocí dojnice. Mléko získané od krav pasoucích se volně na pastvinách má vyšší obsah lipidů a bílkovin oproti mléku krav krmených krmivem k tomu určenými. Z těchto důvodů nelze jednoznačně určit přesné složení mléka.^{1,2,3,4,5,6} Aby mohlo být mléko využito pro další zpracování, musí splňovat určitou kvalitu ve čtyřech základních faktorech, a to obsahu inhibičních látek, obsahu buněčných elementů, mikroflóry syrového mléka a v neposlední řadě v chemickém složení, které ovlivňuje především metabolismus a zdravotní stav dojnice.⁷

2.4 Rozbor mléka

Na rozboru a především kontrole jakosti a zdravotní nezávadnosti jak syrového mléka, tak konečných výrobků, se podílí řada institucí. Státní orgány, jako Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI), Státní veterinární správa (SVS), Česká obchodní inspekce (ČOI), Orgány ochrany veřejného zdraví (OOVZ) a další, zajišťují především ochranu spotřebitelů před alimentárním onemocněním dle platných ČSN. Samy výrobní podniky a zemědělské závody mají v dnešní době zřízeny kontrolní laboratoře pro zajištění kvality produktů. Podnikové laboratoře zajišťují kontrolu jak vstupních

surovin, tak finálních produktů, včetně průběžných kontrol výroby. Výsledky rozborů a kontrol z provozních laboratoří slouží především k řízení technologií výroby.⁷

Při obvyklých rozbořech mléka se stanovuje CPM (celkový počet mikroorganismů), PSB (počet somatických buněk), bod mrznutí, obsah tuku, bílkovin, sušiny a močoviny.⁸ CPM slouží k posouzení jakosti suroviny, trvanlivosti, skladovatelnosti a zdravotní nezávadnosti. Vypovídá také o dodržování hygienických předpisů. CPM se nestanovuje v potravinách, při jejichž výrobě je používáno čistých mikrobiálních kultur. Přípustná hodnota CPM je 10^5 KTJ/1cm³ (kolonie tvořící jednotku).¹ Při stanovení CPM v potravinářských výrobcích je zjištěn v podstatě počet všech mezofilních mikroorganismů, jež jsou většinou zastoupeny ve značné převaze.⁷ Stanovení počtu somatických buněk slouží k posouzení zdravotního stavu dojnice. Somatické buňky jsou v mléce vždy přítomny, jejich počet se zvyšuje v důsledku infekčního zánětu mléčné žlázy dojnice - mastitida. Počet somatických buněk nesmí přesáhnout 400 000 v 1 ml.¹ Rozdělení mléka do jakostních skupin dle CPM a PSB je uvedeno v tab. I.

Tab. I: Zařazení mléka do jakostních skupin¹

Třída jakosti	PSB (tis./ml) Max.	CPM (tis./ml) Max.
Q	300	100
I	400	300
II	500	800
III	500	2000

Bod mrznutí mléka je stanoven na -0,515 °C, dle norem EU -0,520 °C. Obsah tuku v syrovém mléce by měl být nejméně 33,0 g/l, obsah bílkovin minimálně 28,0 g/l. Obsah tukuprosté sušiny syrového kravského mléka by neměl klesnout pod 8,5 % hmotnostních.¹ Obsah močoviny by se měl pohybovat v rozmezí 200 – 300 mg/l syrového kravského mléka.⁸

Dalšími velmi častými aspekty sledovanými u syrového kravského mléka jsou titrační kyselost stanovovaná metodou dle Soxhlet-Henkela, počet sporotvorných bakterií a stanovení inhibičních látek. Metoda stanovení titrační kyselosti dle Soxhlet-Henkela je založena na principu známé spotřeby odměrného roztoku

NaOH a koncentraci 0,25 mol/l, která je potřeba k neutralizaci 100 ml nebo 100 g vzorku s použitím fenolftaleinu jako indikátoru.⁹ Titrační kyselost by se měla pohybovat v rozmezí 6,2 – 7,8 °SH. Požadavek na počet sporotvorných anaerobních bakterií v syrovém kravském mléce je 0 KTJ/0,1 ml. Inhibiční látky zabraňují růstu žádané mikroflóry a čistých kultur, proto se ve mléce nesmí vyskytovat, test musí vykazovat negativní výsledek.¹ Mléko používané pro výrobu sýrů má vysoké nároky na kvasnou schopnost.

K mlékárenskému zpracování je u nás dovoleno využívat pouze mléko pasterované nebo jinak tepelně ošetřené. Použití syrového mléka je povoleno pouze v některých zemích, např. ve Španělsku.³

3 Čisté mlékařské kultury

Čistá mlékařská kultura (ČMK) je soubor mikroorganismů, který vznikl z jedné rodičovské buňky vegetativním rozmnožováním a má přesně definované vlastnosti a složení využitelné v mlékárenské technologii.^{1,3}

3.1 Rozdělení čistých mlékařských kultur

ČMK se dělí podle počtu mikroorganismů, druhu mikroorganismů, podle pěstování a účelu. Podle počtu mikroorganismů se dělí ČMK na monokultury a kultury směsné. Monokultury jsou kulturami méně častými. Vzhledem k tomu, že obsahují pouze jeden mikroorganismu, hrozí velké nebezpečí napadení bakteriofágem. Výhodou používání monokultur je snadná kultivace, protože neexistují žádné vzájemné vztahy mezi mikroorganismy. Mezi monokultury patří například probiotická kultura acidofilní či *Lactobacillus casei*.

Směsné kultury naopak obsahují více mikroorganismů. Jsou v praxi častěji používané, protože jsou odolnější vůči bakteriofágu a neztrácí svou funkčnost ani po napadení. Nevýhodou směsných kultur je obtížná kultivace vzhledem ke vztahům mezi jednotlivými mikroorganismy. Může se lišit i složení jednotlivých ČMK. Ke směsným kulturám patří například kultura smetanová nebo ementálská.

Dalším dělením ČMK je dělení podle druhu mikroorganismů, kde se rozlišují kultury bakteriální, kvasinkové, smíšené a plísňové. Kultury bakteriální obsahují pouze bakterie (smetanová, jogurtová, acidofilní,...). Kultury kvasinkové jsou využívány například pro výrobu tvarůžků či sýrů zrajících pod mazem. Kvasinkové kultury jsou využívány také pro výrobu sýrů typu Roquefort a obsahují kvasinky *Kluyveromyces lactis* a *Torulopsis candida*. Kultury smíšené jsou složené z bakterií a kvasinek. Patří sem např. kultura kefírová či mazová. Mazová kultura obsahuje bakterie *Brevibacterium linens* a *Micrococcus roseus*, a kvasinky *Torulopsis candida*, *Kluyveromyces lactis* a *Candida utilis*. Plísňová kultura *Penicillium camemberti*, někdy používána též ve směsi s *Penicillium caseicolum*, je využívána pro výrobu sýrů s plísní na povrchu. Pro tento druh sýrů je též možné využívat kulturu *Penicillium nalgiovense*. Pro výrobu sýrů s plísní

v těstě je využívána plísňová kultura *Penicillium roqueforti*. V případě sýrů s plísní na povrchu i v těstě se využívá obvykle *Penicillium camemberti* a *Penicillium roqueforti*, přičemž na povrchu se rozvíjí *Penicillium camemberti*, kdežto dovnitř sýrové hmoty je kultura *Penicillium roqueforti* vpravována vpichem. Mezi další plísňové kultury patří *Penicillium viridicatum*, která je využívána pro určité sýry holandského typu, které zrají pod povlakem plísně, a *Geotrichum candidum*, kterou je možné využít při výrobě kyselých a měkkých sýrů.¹⁰ Plísňové sýry mohou mít slabý vliv na osídlení střevní mikroflóry člověka.¹¹

Podle pěstování jsou kultury rozlišovány na pěstované v mléce, nepěstované v mléce a koncentráty. Kultury pěstované v mléce jsou např. kultura smetanová, ementálská či acidofilní. Mezi kultury nepěstované v mléce patří např. velmi citlivá kultura propionová, *Brevibacterium linens* či kultury plísňové.¹⁰

Rozdělením dle účelu použití lze získat kulturu smetanovou, kultury pro výrobu sýrů a tvarohů, kultury pro zakysané mléčné výrobky a kultury pro zemědělské účely. Smetanová kultura je základní ČMK, je univerzální a po úpravě se dá použít téměř pro všechny mlékařské výrobky. Do smetanové kultury patří bakterie mléčného kvašení, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *dextranicum*. Podle účelu použití obsahuje smetanová kultura všechny nebo jen některé bakterie.

Mezi kultury používané k výrobě sýrů a tvarohů patří např. kultura ementálská, eidamská, propionová, kultury plísňové, mazové apod. Eidamská kultura je značně podobná kultuře smetanové. Kultura propionová, používaná pro vysokodohřívané sýry s tvorbou ok a sýry ementálského typu, obsahuje kmeny druhů *Propionibacterium freudenreichii* a *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*.

Kultury pro výrobu zakysaných mléčných výrobků jsou např. keфіrová, jogurtová či acidofilní. Jogurtová kultura obsahuje termofilní bakterie *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, které žijí v symbióze a mají schopnost vysoké produkce kyseliny mléčné. Acidofilní kultura obsahuje probiotické mikroorganismy, které jsou prospěšné pro zažívací trakt člověka. Mezi probiotické bakterie patří *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus lactis*, *Bifidobacterium* sp., *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium faecium*. Nevýhodou

acidofilní kultury je její pomalý růst v mléce, jelikož probiotické MO jsou intestinálního původu. Na kultury obsahující bifidobakterie a bakterie mléčného kvašení nemají významný vliv různá barviva a ochucovadla, která se k výrobkům přidávají.¹² Kefírová kultura je kultura směsná, obsahující kvasinky *Candida kefyr*, *Kluyveromyces fragilit* a *Torulopsis lactis* var. *condensi* a bakterie *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *lactis* a *Lactobacillus acidophilus*. K výživě dojnic, obohacování krmných směsí nebo k výrobě siláží se používají kultury vyšlechtěné pro zemědělské účely.¹⁰

3.2 Historie čistých mlékařských kultur

V syrovém kravském mléce se vyskytuje přirozená mikroflóra, která má proměnlivé složení, a to především v závislosti na lokalitě, v důsledku čehož vznikají regionální výrobky. V roce 1886 byla poprvé profesorem Storchem izolována smetanová kultura z másla. Český mikrobiolog Vladimír Pavlák založil v České republice první sbírku ČMK. Tyto mikroorganismy byly posléze převezeny do Laktologického ústavu Českého vysokého učení technického v Praze. Po 2. Světové válce vznikl podnik vyrábějící ČMK, a to Vývojový závod Vokovice, dnes známý jako firma Milcom.^{3,7,10}

3.3 Význam čistých mlékařských kultur

Čisté mlékařské kultury jsou významné z hlediska zdravotního, technologického ale i ekonomického. Všechny ČMK jsou nepatogenní a používají se vždy do pasterovaného nebo sterilního mléka. ČMK zvyšují stravitelnost mléka a mléčných výrobků. Tyto výrobky jsou vhodné i pro jedince trpící laktosovou intolerancí, což je porucha štěpení laktosy v důsledku nepřítomnosti enzymu β -D-galaktosidasy. Kyselina mléčná, která v důsledku přítomnosti kultur v mléce a mléčných výrobcích vzniká, potlačuje škodlivé mikroorganismy a podporuje trávení. Vedle kyseliny mléčné vzniká i bakteriocin, který rovněž potlačuje růst a rozmnožování patogenních mikroorganismů. Probiotické kultury mají schopnost implantace, kdy dochází k zachycení

mikroorganismů v zažívacím traktu. Technologicky zajišťují ČMK biochemické přeměny při výrobě a tím zajišťují speciální vlastnosti výrobků.

Fyzikálně chemickými přeměnami dochází ke koagulaci bílkovin. Použití ČMK zajišťuje tvorbu ochranných látek a tím prodlužuje trvanlivost výrobku. Vlastní zrání výrobků způsobuje vznik charakteristických znaků pro daný výrobek, mezi něž patří konzistence, chuť, vůně, vzhled aj. Z ekonomického hlediska je použití ČMK výhodné, protože zajišťují jakost výroby a tím i spolehlivost výrobků, a podílí se rovněž na hospodárnosti a rozšiřování sortimentu výroby.^{3,7,10}

3.4 Pěstování čistých mlékařských kultur

Pěstování ČMK patří mezi velmi složité procesy při výrobě a vyžaduje velkou jak teoretickou, tak praktickou znalost. Při pěstování čistých mlékařských kultur v mléce jsou kladeny vysoké nároky na kvalitu mléka, která musí odpovídat předpisům dle veterinárního zákona. Pro výběr mléka je užíváno různých metod. Aktivní výběr, kdy se hledá vhodný dodavatel mléka pomocí průzkumu trhu je pro pěstování ČMK nejvhodnější. Dodavatel je před podpisem smlouvy prověřen a po podpisu smlouvy s odběratelem je prověřován na stálost původně zjištěných hodnot složení a čistoty mléka.

Další metodou výběru mléka je výběr pasivní, který se provádí na mlékárenském závodě rychlými metodami pro vyloučení nekvalitního mléka. Rychlými metodami se rozumí stanovení titrační kyselosti, tučnosti, měrné hmotnosti a teploty mléka. Pasivní výběr nahrazuje výběr aktivní, ale je méně vhodný pro pěstování ČMK vzhledem k tomu, že každý den je mléko jiné.

Poslední možností výběru mléka je tzv. náhradní řešení vhodné pro malé objemy. Při náhradním řešení je možné využít sušeného obnoveného mléka, kde se ale musí provést kontrola na inhibiční látky, nebo mléka pro kojeneckou výživu, kde je jejich nepřítomnost zaručena. V dnešní době jsou na trhu k dostání i speciální sušené směsi pro pěstování ČMK, které jsou nekalcifikované a obohacené o živiny. Pro náhradní způsoby je nevhodné mléko trvanlivé, zahuštěné a konzumní sušené.

Po získání vhodného mléka pro pěstování ČMK je nutné jej upravit. Mléko se steriluje, a to buď v autoklávu, propagační stanici nebo pomocí frakcionované sterilace.

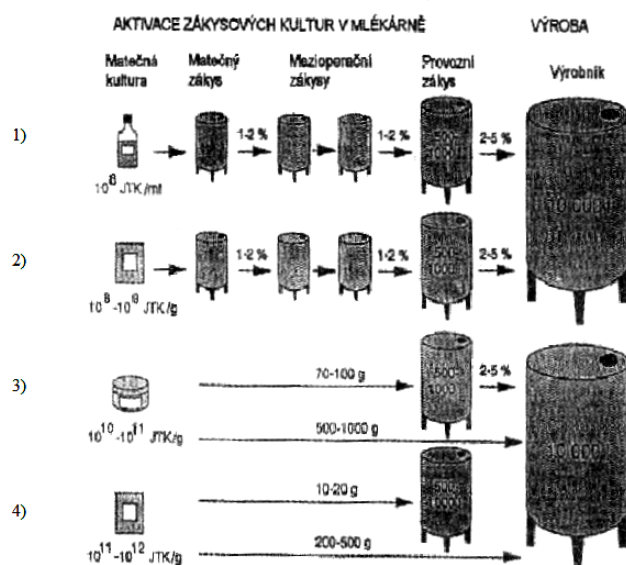
Sterilaci v autoklávu při přetlaku 0,1 MPa, teplotě 121 °C a po dobu 15 – 30 min, dochází k částečné karamelizaci mléka a tím ke změně jeho barvy a chutě, což ovšem nemá vliv na pěstovanou kulturu. Frakcionovaná sterilace se provádí v Kochově hrnci při 100 °C po dobu 30 min. Poté je mléko ponecháno stát při pokojové teplotě cca 25 °C a celý proces sterilace je třikrát zopakován. Při frakcionované sterilaci nedochází k senzorickým změnám mléka. Sterilace v propagační stanici je využívána pro velké objemy mléka, a to až 100 l. Provádí se v zákysníku, což je ve své podstatě duplikátorový fermentor, při teplotě 95 – 98 °C za stálého míchání po dobu 30 min.

Dále se mléko obohacuje o živiny, a to s ohledem na roční období a s tím souvisejícím složením mléka. Přítomnost živin je zajištěna přidavkem Starteru, který obohacuje mléko o růstové faktory, jakými jsou aminokyseliny, minerální látky, extrakty masa apod.

Dalším krokem je vlastní pěstování ČMK, které se řídí pravidlem 1 %, což znamená, že ČMK se do připraveného mléka přidá jedno objemové procento. ČMK se na závodech mohou pěstovat jako matečná kultura, matečný zákys nebo provozní zákys (viz. Obr. 1). Matečná kultura je přeočkováná kultura od výrobce kultur, kterou je nutné pravidelně přeočkovávat a udržovat vitální. Je používána pro malé objemy a obsahuje více kmenů jedné kultury. Pěstuje se v množství 100 ml v laboratoři a nejlepší z matečných kultur se použije pro přípravu matečného zákysu. Matečný zákys se rovněž pěstuje v laboratoři. Je připravován podle potřeb výroby z nejlepší matečné kultury v množství do 10 l. Provozní zákys připraven z matečného zákysu je pěstován v propagační stanici v množství až 100 l dle potřeb výroby.

V případě oslabení kultur je možné je resuscitovat (oživovat). Resuscitace kultur se provádí pravidelným přeočkováváním do kvalitního sterilního mléka při použití většího množství inokula, a to 2 a více procent. Se zvýšeným množstvím inokula se prodlužuje i doba kultivace a kultura se přeočkovává v čase maximálního růstu bez chlazení.

S přibývajícím četností přeočkování se ovšem zvyšuje riziko kontaminace. Oživená kultura dosahuje požadovaných vlastností při dodržení všech předepsaných podmínek pěstování.^{3,10}



- 1) Klasická tekutá kultura
- 2) Lyofilizovaná kultura
- 3) Koncentrovaná hluboce zmrazená kultura
- 4) Koncentrovaná lyofilizovaná kultura

Obr. 1: Použití jednotlivých typů zákysových kultur a nutný počet kroků ve výrobním procesu při jejich použití ³

3.5 Uchovávání čistých mlékařských kultur

Vypěstované ČMK je možné uchovávat buď zchlazené, zmrazené nebo sušené. Zchlazené kultury musí mít teplotu 4 – 6 °C a mohou být uchovávány po dobu max. 24 hodin. Po uplynutí této doby je kulturu nutné použít k výrobě nebo opět přeočkovat. Zmrazení kultur je možné na teplotu -18 °C, ve speciálních mrazničkách na teplotu -30 až -40 °C, případně v prostředí tekutého dusíku až na teplotu -186 °C. Mražení se provádí za vhodných podmínek v ochranném médiu v tenké vrstvě, kdy vlivem prudkého zchlazení dojde k vytvoření ledových kuliček.

Dalším způsobem uchovávání ČMK je lyofilizace. Při lyofilizaci je kultura zmrazena na teplotu pod -20 °C za vakua, kdy dojde k sublimaci vody. Lyofilizace patří k velmi šetrným způsobům uchovávání ČMK. Je využívána především při přípravě koncentrátů.

Koncentráty ČMK jsou buňky bakterií zbavené všech okolních živin a metabolitů. Kultura se z koncentráту připraví pěstováním ve speciální tekuté živné půdě. Po namnožení mikroorganismů se kultura odstředí, promyje a opět odstředí. Výsledkem je hustá suspenze, která obsahuje vodu a bakterie ČMK. ^{7,10}

3.6 Kontrola jakosti čistých mlékařských kultur

Jakost ČMK je kontrolována senzorycky, mikroskopicky, biochemicky, kultivačně a v neposlední řadě je kontrolována i vitalita kultury. Kontrolou senzoryckou jsou hodnoceny typické znaky dle posuzovacího řádu pro ČMK při teplotě vzorku 10 °C. Hodnocení provádí hodnotící komise o nejméně třech členech, z nichž každý musí mít certifikát o úspěšném absolvování senzoryckých zkoušek.

Mikroskopická kontrola se provádí pomocí fixovaného barveného preparátu. Fixace se provádí chemická, protože fixací tepelnou by došlo k porušení buněk bakterií. Barvení se využívá dle Grama nebo orientační. Hodnotí se složení mikroflóry pomocí typických tvarů, seskupení a poměrů mezi mikroorganismy v ČMK. Je také hodnocena kontaminace kultury cizími MO (nejčastěji kvasinkami). Dále je hodnocena fyziologická zralost kultury a počet mikroorganismů na 1 ml.

Biochemická kontrola zahrnuje stanovení titrační kyselosti metodou dle Soxhlet-Henkela, dále stanovení aktivní kyselosti pomocí pH metru a další testy dle druhu zkoumané kultury. Např. u kultury smetanové se provádí kreatinová zkouška, což je zkouška schopnosti tvořit diacetyl, dále obsah mastných kyselin a stanovení dusíkatých látek.

Kultivační metodou je hodnocení jakosti prováděno pomocí vhodných živných půd. ČMK patří mezi auxotrofní náročné mikroorganismy. Je proto potřeba je kultivovat na speciálních živných půdách, protože na běžně používaných půdách rostou špatně, případně vůbec. Využívá se např. Reddyho médium pro rozlišení laktokoků ve smetanové kultuře, N17, LA a další, obecně živné půdy bohaté na živiny.

Kontrola vitality se provádí fenolovým testem a kontrolou rychlosti přizpůsobení. Fenolový test je založen na pozorování růstu bakterií v méně příznivých podmínkách. Do prostředí je přidána aseptická látka – 50% ethanolový roztok fenolu. Méně vitální kultura v prostředí s fenolem neroste, a pokud ano, je po kultivaci provedeno stanovení titrační kyselosti metodou dle Soxhlet-Henkela a výsledek je porovnán s tabulkami. Je-li výsledná titrační kyselost nižší než kyselost uvedená v tabulce, má kultura špatnou vitalitu. Rychlost přizpůsobení se zjišťuje měřením dosažené kyselosti kultury v počátku kultivace. Výsledek vyjadřuje čas potřebný k dosažení lag fáze růstové křivky bakterií.^{3,7,10}

4 Sýrařství

4.1 Historie sýrařství

Vznik sýrů nelze přesně historicky doložit, avšak první zmínky o sýrech jako takových pochází ze 3. stol př.n.l. Výrobu sýrů ovlivnily jisté faktory, a to především chov hospodářských zvířat produkujících mléko, zjištění, že mléko se může za určitých podmínek samovolně srážet a v neposlední řadě objev působení syřidla.³

4.2 Význam sýrů

Sýry jsou nedílnou součástí stravy člověka od nepaměti. Patřily, patří a patřit budou mezi nepostradatelné zdroje především bílkovin, jejichž obsah je často vyšší než v mase, ale i vápníku. Obsah vápníku v sýrech se odvíjí od druhu výrobku. Dalšími významnými složkami sýrů jsou stravitelné tuky a v nich obsažené vitamíny. Sýrařství patří mezi nepostradatelné odvětví mlékárenské výroby, a to především proto, že rozšiřuje sortiment mléčných výrobků a obohacuje jídelníček.³

4.3 Rozdělení sýrů

Každá dojnice dává mléko o jiném složení a jiných senzorických vlastnostech, což zapříčiňuje různorodost mléka jako suroviny. Odlišnost použité suroviny, technologie, ale také regionální zvyky, dávají vznik asi 500 druhů sýrů s rozlišnými vlastnostmi. Starší mlékárenská technologie popisovala sýry jako bílkovinný koncentrát, který vznikl částečným odvodněním sraženiny vyrobené sladkou nebo kyselou cestou srážení s následným procesem zrání, kdy výsledkem je vznik výrobku s typickými senzorickými vlastnostmi, které se nazývají sýrový buket.

Podle vyhlášky 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, jsou sýry definovány jako mléčné výrobky

vyrobené vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky.¹³ Sýry jsou děleny dle různých aspektů – podle původu, způsobu srážení, druhu použitého mléka, legislativy, konzistence ve vztahu k obsahu vody, obsahu tuku v sušině, obsahu vody v tukuprosté sušině a podle technologie výroby.³

4.3.1 Dělení dle legislativy

Legislativa České republiky dělí sýry na čerstvé, zrající a tavené. Sýry čerstvé jsou ty, které nezrají a nejsou tepelně ošetřené po prokysání. Mezi čerstvé sýry patří například tvaroh, což je nezrající sýr vznikající kyselým srážením, které převládá nad zráním sladkým. U sýrů zrajících dochází po prokysání k dalším biochemickým a fyzikálním změnám. Tavené sýry jsou tepelně opracované již hotové sýry, při jejichž výrobě je použito tavicích solí.^{3,13}

4.3.2 Dělení dle původu

Sýry se podle původu dělí na sýry přírodní, což jsou takové, při jejichž výrobě je výchozí surovinou přímo mléko. Dále sýry přepracované, k jejichž výrobě byly použity již hotové sýry přírodní. Dělení sýrů dle původu zahrnuje i sýry syrovátkové, analogy sýrů a sýry, kde je živočišný tuk nahrazen tukem rostlinným.³

4.3.3 Dělení dle druhu použitého mléka

K výrobě sýrů je používáno mléko od mnoha savců, což vede k dalšímu dělení, a to k dělení dle druhu použitého mléka. Rozlišovány jsou sýry z mléka kravského, ovčího, kozího, směsného a mléka jiných savců, jako je například mléko buvolí.³

4.3.4 Dělení dle konzistence a obsahu vody

Jedná se o dělení dle konzistence ve vztahu k obsahu vody v tukuprosté hmotě sýra, jež ovlivňuje především tvrdost sýrů. Tímto dělením lze rozlišit sýry extra tvrdé, s obsahem vody max. 50,0 %, tvrdé s obsahem vody 49 – 54,9 %, polotvrdé s obsahem vody 55,0 – 61,9 %, poloměkké s obsahem vody 62,0 – 68,0 % a sýry měkké s obsahem vody více než 68,0 %. ³

4.3.5 Dělení dle obsahu tuku v sušině

Obsah tuku v sušině patří k nejdůležitějším parametrům při hodnocení sýrů. Podle obsahu tuku v sušině se sýry dělí na vysokotučné, které obsahují tuku více než 60,0 %, sýry plnotučné s obsahem tuku v sušině více než 45,0 %, polotučné s obsahem více než 25,0 %, nízkotučné s více než 10,0 % a sýry odtučněné, které obsahují méně než 10,0 % tuku v sušině. ³

4.3.6 Dělení podle technologie výroby

Během technologických postupů výroby vznikají u sýrů specifické vlastnosti pro daný výrobek. Prvním kritériem pro rozdělení sýrů podle technologie výroby je výchozí surovina, podle níž dělíme sýry na přírodní a přepracované. Sýry přepracované, u nichž je výchozí surovinou již hotový přírodní sýr, zahrnují sýry tavené, a to jak druhové tak směsné, a sýry sušené. Přírodní sýry jsou dále děleny na sýry sladkého a kyselého sýrařství. Sýry sladkého sýrařství zahrnují sýry čerstvé, což jsou takové, kde technologický postup výroby nezahrnuje proces zrání. Dále sýry měkké, které jsou rozděleny do dalších skupin podle použité ČMK. Většinou se jedná o sýry nelisované. Podskupinami měkkých sýrů jsou sýry zrající v chladu, pod mazem, sýry s bílou plísní na povrchu, sýry s modrozelenou plísní v těstě a sýry s kombinovaným nárůstem plísně.

Další skupinou sýrů přírodních jsou sýry bílé, které nezrají díky uchovávání v solném nálevu s vysokým obsahem NaCl. Mezi sýry bílé patří sýry nelisované, např. Balkánský sýr, sýry lisované, např. Akawi, a sýry pařené, např. Jadel. Mezi čerstvé

sýry patří i skupina sýrů pařených. Pařené sýry zahrnují ve svém technologickém procesu fázi „paření“, při čemž finální výrobek získává svou charakteristickou vláknitou strukturu. Mezi sýry čerstvé patří i sýry tvrdé, u nichž je důležitým výrobním technologickým procesem zvýšení teploty při zpracování zrna oproti teplotě sýření, čímž se docílí zvýšení sušiny sýra.

Sýry s nízkodohřívanou sýřeninou, což jsou sýry holandského typu, např. Eidamská cihla, sýry s vysokodohřívanou sýřeninou tvořící oka, což jsou sýry ementálského typu, sýry s vysokodohřívanou sýřeninou netvořící oka, neboli sýry parmazánského typu, a sýry s vysokodohřívanou mletou sýřeninou, sýry čedarového typu, a ostatní výrobky, jako např. sladký kasein, patří rovněž mezi sýry přírodní sladkého sýrařství.

Sýry kyselé sýrařství, při jejichž technologickém postupu je pro docílení vysrážení mléčné bílkoviny využíváno změny pH, zahrnují tvarohy, kyselé sýry zrající pod mazem a ostatní výrobky, jako jsou smetanové krémy, termizované tvarohové krémy nebo čerstvé tvarohové sýry, jako je např. krémový sýr – gervais.^{3,10}

5 Technologie výroby sýrů sladkého a kyselého sýrařství

Sýry sladkého a kyselého sýrařství se liší způsobem koagulace mléčné bílkoviny. U sladkých sýrů dochází k vysrážení bílkovin pomocí syřidla, kyselé sýry naopak vznikají působením kyselin, čímž dojde ke změně pH a k vysrážení mléčné bílkoviny.³

5.1 Technologie kyselých sýrů

Kyselé sýry jsou vyráběny z tvarohu a patří k vývojově starším sýrům.¹ Obecně jsou kyselé sýry (tvarohy) vyráběny odstředivkovým nebo klasickým způsobem kyselým srážením, které převažuje nad srážením pomocí syřidla.³ Kyselé sýry se vyznačují vyšším obsahem vody oproti sladkým sýrům.⁵

5.1.1 Kyselé srážení

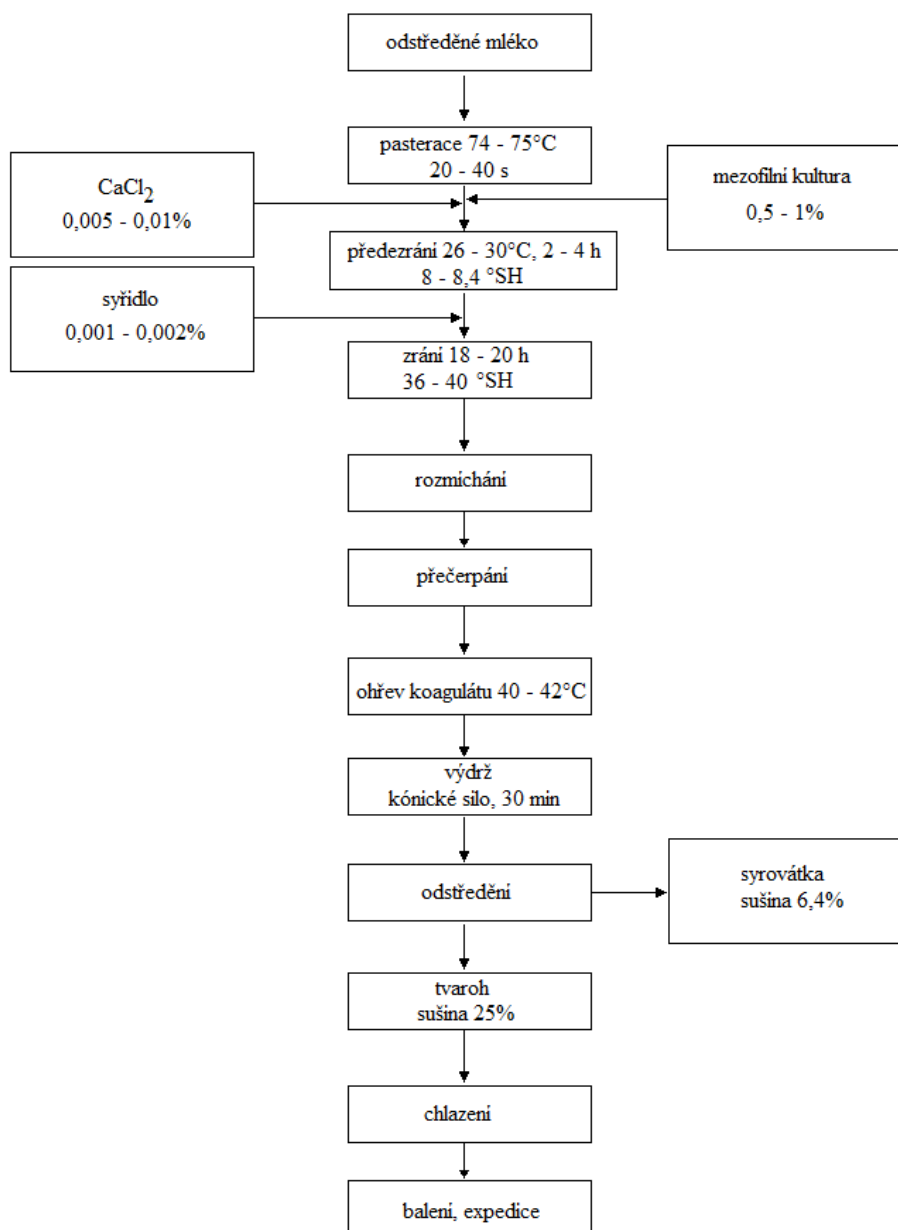
Ke srážení mléčné bílkoviny vlivem kyselin je nejčastěji využívána kyselina mléčná, kterou produkují bakterie mléčného kvašení z laktosy. Jedná se o homofermentativní nebo heterofermentativní streptokoky, případně mesofilní a termofilní tyčinky. Je možné použít i kyselinu octovou, sírovou, citronovou nebo chlorovodíkovou. Kyselé srážení je založené na nízké rozpustnosti kaseinu při dosažení izoelektrického bodu (pH 4,6 až 4,9). Kyselina odštěpuje fosforečnan vápenatý vázaný na kasein, a dochází tak k tvorbě gelu. Srážení je podmíněné teplotou - klesne-li pod 6 °C, k tvorbě gelu nedochází. Sraženina získaná kyselým srážením mléčné bílkoviny je tužší a zadržuje veškerou vodu obsaženou v mléce, proto kyselým srážením nelze vyrobit sýry s vysokým obsahem sušiny.⁵ Kyselé srážení je reverzibilní (vratný) proces. Po přidání zásady přechází kasein jako aniont do roztoku, v případě přídavku kyseliny pod izoelektrický bod se kasein dostává do roztoku ve formě kationtu.⁵

5.1.2 Tvaroh

Tvaroh je ve své podstatě sraženina z mléka zbavená podstatné části syrovátky. Vyrábí se převážně z mléka odstředěného, ale i z plnotučného a polotučného. Mléko je před vlastní výrobou tvarohu standardizováno, což zahrnuje tepelné či vysokotlaké (HP) ošetření mléka, přidavek CaCl_2 , homogenizaci a předezení. Homogenizační tlak, jehož je dosahováno při standardizaci mléka, ovlivňuje synerezi (smršťování) vzniklého gelu.¹⁴ K výrobě je nutné použít mléko s dobrou kvasnou schopností neobsahující inhibiční a konzervační látky. Podle obsahu sušiny, tuku v sušině, případně v závislosti na dalším zpracování, jsou tvarohy měkké určené pro přímou spotřebu, dále tvarohy tučné s obsahem tuku cca 40 %, tvarohy na strouhání se sušinou 32 % a bez obsahu tuku, tvarohy pro výrobu čerstvých sýrů či tvarohových krémů jako termix a tvaroh průmyslový pro výrobu olomouckých tvarůžků.¹

5.1.2.1 Odstředivkový způsob výroby

Odstředivkový způsob výroby tvarohu, jež je znázorněn na Obr. 2, je v dnešní době nejrozšířenější. K výrobě je používáno tvarohářských odstředivek. K mléku je po pasteraci při 74 - 75 °C po dobu 20 – 40 s přidán chlorid vápenatý v množství 0,005 – 0,01 % společně s 0,5 – 1 % mesofilní kultury. Předezení probíhá při 26 – 30 °C 2 – 4 hodiny do kyselosti 8 – 8,4 °SH. Po zahřátí je přidáno 0,001 – 0,002 % syřidla a smetanový zákys k prokysání. Srážení mléka probíhá 18 až 20 hodin do kyselosti 36 – 40 °SH. Rozdrobený koagulát je přiváděn přes filtrační jednotku do kónického síla. Zde dojde k zahřátí na 40 – 42 °C s výdrží 30 min pro lepší synerezi sraženiny, a poté je mléko přečerpáno do odstředivky. Syrovátka odchází směrem ke středu bubnu odstředivky, kdežto tvaroh jako takový je soustřeďován podél obvodu. Sušinu tvarohu je nutné pravidelně kontrolovat a regulovat výkonem odstředivky. Výkon tvarohářských odstředivek je až 5000 l sraženiny za hodinu, je tedy možné získat až 900 kg tvarohu o sušině pohybující se okolo 20 %. Je-li vyráběn tučný tvaroh, je odstředěná hmota nakonec smíchána s odpovídajícím množstvím smetany.¹ Při odstředivkovém způsobu výroby je používána nižší pasterační teplota mléka než u klasického způsobu výroby.³



Obr. 2: Schéma výroby tvarohu odstředivkovým způsobem³

5.1.2.2 Klasický způsob výroby

Při klasické výrobě tvarohu je mléko pasterováno při teplotě 85°C po dobu 15 – 20 s. Standardizované pasterované mléko je sráženo v tvarohářských vanách pomocí přídatku 0,5 – 1 % smetanového zákysu. Po dosažení kyselosti 8,0 – 8,4 °SH je přidáno 0,001 – 0,002 % syřidla. Srážení probíhá 16 – 20 hodin. V okamžiku, kdy má uvolněná syrovátka kyselost 22 – 24 °SH, je sraženina rozkrájena a napuštěna do tkaninových pytlů,

tzv. tvarožníků. Tvarožníky jsou skládány na sebe a časem překládány, čímž dochází k lisování a odchodu syrovátky do dosažení sušiny pohybují se okolo 25 % v závislosti na druhu vyráběného tvarohu.³

5.1.3 Výroba olomouckých tvarůžků

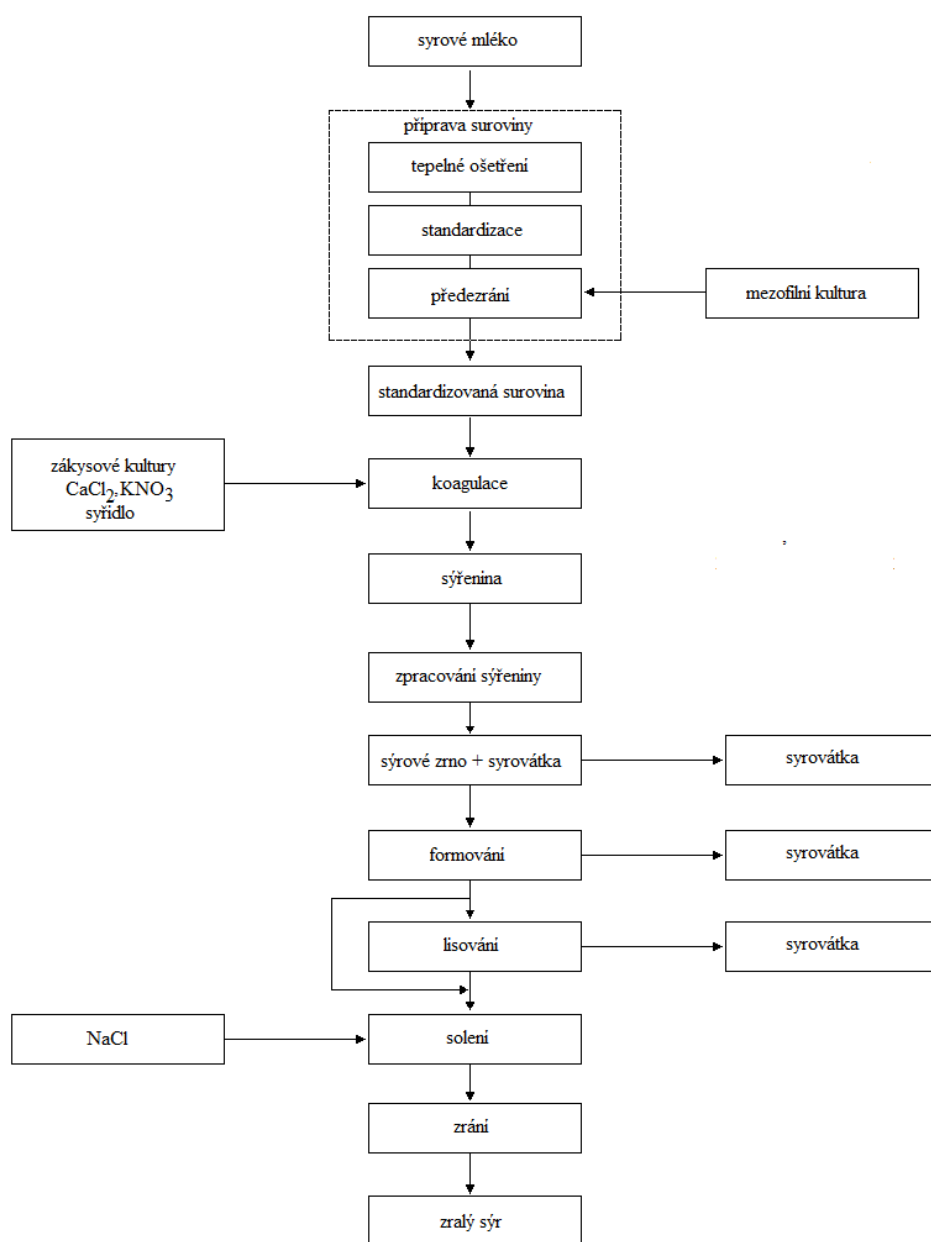
Olomoucké tvarůžky jsou typickým představitelem kyselých sýrů, k jejich výrobě je používán průmyslový tvaroh. Sušina průmyslového tvarohu je 31 – 32,5 %, kyselost 130 – 160 °SH.¹

Průmyslový tvaroh je vyráběn z odstředěného mléka kyselým srážením mesofilní kulturou bez přídavku syřidla. Koagulát je po krájení přihříván na teplotu 40 – 42 °C a lisován v lisovacích vanách podobně jako nízkodohříváné sýry, případně lze použít dekantačních odstředivek. Tvarohářské odstředivky se při výrobě průmyslového tvarohu nepoužívají, neboť s jejich pomocí nelze dosáhnout požadované sušiny 32 %.^{1,3}

Průmyslový tvaroh jako surovina pro výrobu olomouckých tvarůžků je skladován 1 až 4 týdny v nerezových kontejnerech, betonových silech, případně polyethylenových pytlích, s přídavkem 3 až 4,5 % soli za anaerobních podmínek. Po dostatečném prosolení a proležení se tvaroh namele a smíchá s tvarohem čerstvým, přičemž je upravován obsah soli na 4,5 % a jsou rovněž přidávány kvasinkové a bakteriální kultury. Po dostatečné homogenizaci směsi jsou tvarovány tvarůžky, ať už ve formě tradičních koleček, či věnečků, tyčinek, apod. Vytvarované tvarůžky jsou uloženy na desky a převezeny do sušárny. Dříve byly používány desky dřevěné. Dřevo jakožto porézní materiál absorbuje ČMK a proto nebylo potřeba během výroby přidávat jejich velké množství. V dnešní době jsou používány desky plastové či nerezové, což zapříčiňuje nutnost přídavku většího množství ČMK během výrobního procesu. Teplota sušárny je 20 až 25 °C a tvarůžky jsou sušeny do sušiny 35 – 36 %. Při dosažení kyselosti 6,3 až 6,5 pH je nutné omytí povrchu vodou k odstranění povrchové mikroflóry, čímž se vytvoří optimální podmínky pro rozvoj aerobní proteolytické kultury *Brevibacterium linens*. Další zrání (od povrchu dovnitř) probíhá při teplotě 17 – 22 °C po dobu 3 až 8 dní. Tvarůžky jsou baleny před dosažením zralosti a dozrávají již zabalené při teplotě pod 10 °C.^{1,3,10}

5.2 Technologie sladkých sýrů

Při výrobě sladkých sýrů je dosaženo koagulace mléčné bílkoviny pomocí enzymů syřidla. Schéma výroby sladkých sýrů je uvedeno na Obr. 3. Upravené mléko je zasýřeno, vzniklá sýřenina je zpracována definovaným postupem a po formování sýřeniny, kdy dochází k odkapávání syrovátky, lisování a solení, dochází ke zrání a ošetřování sýra a jeho následnému balení, skladování a expedici.^{1,3}



Obr. 3: Orientační schéma výroby sladkých sýrů³

5.2.1 Příprava mléka pro výrobu sladkých sýrů

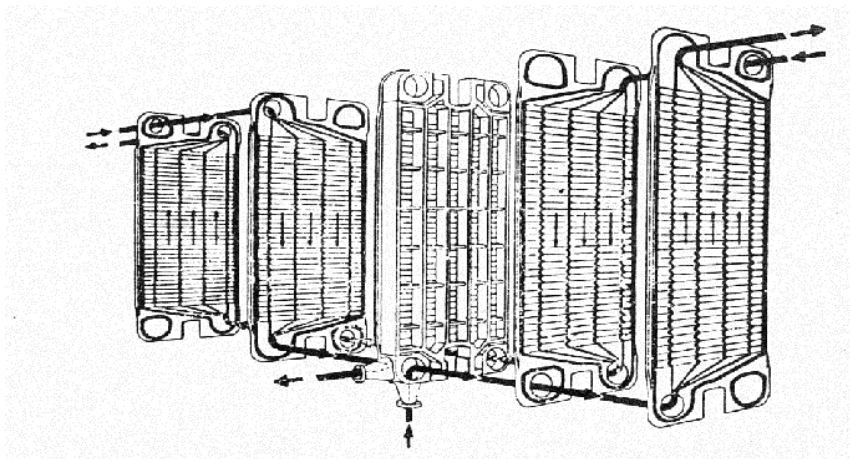
Pro výrobu sýrů je základní surovinou kravské mléko, na trhu jsou k dostání i sýry z mléka kozího, ovčího a dalších zvířat chovaných pro mléko.³ K výrobě sladkých sýrů je nutné používat mléko, jež se vyznačuje vysokou kvalitou, která je hodnocena z hlediska chemického složení, mikroflóry a organoleptických vlastností. Na výtěžnost výroby má nejvýznamnější vliv obsah kaseinu v mléce. Důležitou vlastností mléka pro výrobu sýrů je také kvasná schopnost a syřitelnost. Kvasnou schopností mléka se rozumí vlastnost vytvářet vhodné podmínky pro růst ČMK, syřitelnost značí schopnost enzymatického srážení.¹ Před vlastní výrobou je potřeba mléko upravit. Ze syrového mléka jsou při příjmu odstraněny případné mechanické nečistoty, a to filtrací či centrifugací. Po té následuje série operací, které ovlivňují enzymové a mikrobiální složení mléka.^{3,10}

5.2.1.1 Pasterace

Pro výrobu sýrů je k úpravě mléka používáno šetrné pasterace, která zajišťuje zdravotní nezávadnost. Ukázka průtoku tekutin deskovým pastérem je znázorněna na Obr. 4. Šetrná pasterace je zahřev mléka na 72 °C po dobu 15 s, přičemž je zachována funkčnost laktoperoxidasy. Během pasterace jsou zachovány i funkční chuťové a celkově organoleptické vlastnosti mléka, nicméně dochází k jejich částečné změně.¹⁵ Zároveň dochází k inaktivaci alkalické fosfatasy a částečné inaktivaci enzymů mléka, přičemž k rozrušení syrovátkových bílkovin dochází jen z 15%, což má příznivý vliv na trvanlivost. Pasterační efekt dosahuje až 99,9 %. Šetrnou pasteraci přežívají sporotvorné a některé termorezistentní mikroorganismy. Mléko nepasterované je povolené používat k výrobě sýrů jen v některých zemích vzhledem k primární mikroflóře mléka a možnému obsahu patogenních MO (např. Ibore je sýr španělského původu, jež je vyráběn ze syrového, tepelně neošetřeného kozího mléka). V dnešní době je zkoumána metoda vysokotlakého ošetření mléka (HP), namísto ošetření tepelného, které zvyšuje proteolýzu kaseinu ve všech fázích zrání.^{16,17}

Sporotvorné mikroorganismy, především spory *Clostridium tyrobutyricum*, jsou odstraňovány baktofugací či mikrofiltrací. Koncentrát z těchto dvou operací je po tepelném ošetření vrácen zpět do mléka pro výrobu sýrů. Výrazná redukce

sporotvorných mikroorganismů (až o 99,5 %) umožňuje omezit přídavek KNO_3 , případně jej úplně vypustit z výrobního procesu.^{1,3}



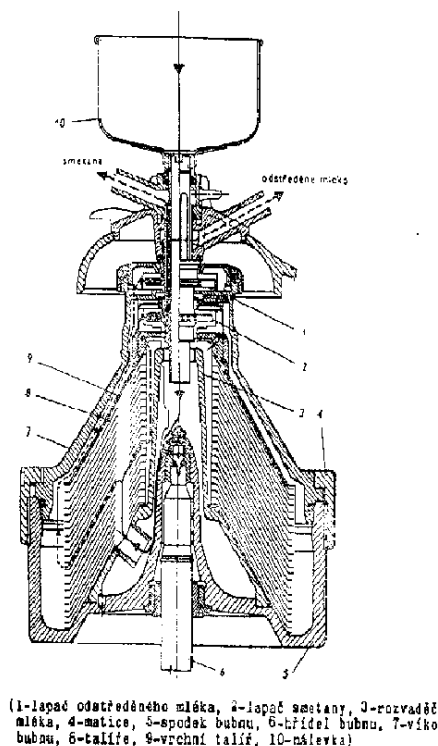
Obr. 4: Průtok tekutin deskovým pastérem⁹

5.2.1.2 Standardizace mléka

Standardizace mléka zajišťuje vhodný obsah tuku v mléce pro výrobu daného finálního produktu. Mléko je po pasteraci odstředováno. Je používáno talířových odstředivek, kde na základě rozdílné měrné hmotnosti částic dojde k rozdělení složek mléka na odtučněné mléko o tučnosti pohybující se okolo 0,05 % a smetanu. Příklad talířové odsmetaňovací odstředivky je znázorněn na Obr. 5. Tukové kuličky se účinkem odstředivé síly pohybují směrem do středu bubnu odstředivky, kde se shromažďují, čímž vznikne smetana. V talířových odstředivkách dochází k dělení složek v tenké vrstvě, díky čemuž dosahují vysokého výkonu. Odstředivou silou jsou odstraňovány z mléka taktéž částice s vysokou měrnou hmotností, jako např. mikroorganismy, somatické buňky apod., ty se shromažďují ve formě odstředivkového kalu na stěně bubnu odstředivky. Odstředivkový kal se následně steriluje.³ Odstředivky mají dva průtokoměry a dva regulační ventily, vždy jeden na odstředěné mléko a druhý na smetanu.

Standardizací mléka se rozumí smíchání odstředěného mléka a smetany na požadovanou tučnost. V dnešní době jsou odstředivky vybaveny navíc směšovacím ventilem, kam je odváděna část smetany a odstředěného mléka, čímž vzniká

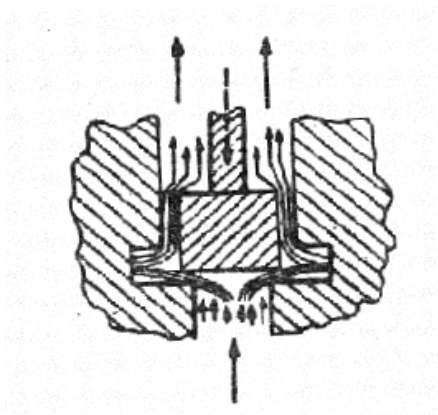
standardizovaná směs o požadované tučnosti.⁹ Obsah a složení tuku v mléce je závislý na ročním období a je třeba jej zohlednit při standardizaci.³



Obr. 5: Hlavní části bubnu odsmetaňovací odstředivky⁹

5.2.1.3 Homogenizace

Podstatou homogenizace je rozbití tukových kuliček (TK) na požadovanou velikost. U konzumního mléka a smetany a tekutých mléčných výrobků dochází k úpravě tukových kuliček na velikost pod $1\ \mu\text{m}$, čím se zamezí vyvstávání mléčného tuku při skladování. Úprava TK se provádí v homogenizační hlavě, která je znázorněna na Obr. 6. Mléko je protlačováno vysokou rychlostí úzkou štěrbinou a k rozbití TK dochází vlivem vysoké smykové rychlosti a následným náhlým poklesem rychlosti toku za štěrbinou. Aby homogenizace proběhla úspěšně a s co největší účinností, je třeba, aby mléko obsahovalo mnoho bílkovin a mléčný tuk byl v tekuté formě, proto se homogenizace provádí při teplotě min. $35\ ^\circ\text{C}$, častěji při $55 - 80\ ^\circ\text{C}$.³



Obr. 6: Průtok mléka homogenizační hlavou ⁹

5.2.1.4 Přídavek dalších pomocných látek

Chlorid vápenatý je do standardizovaného mléka přidáván záměrně pro zlepšení syřitelnosti a zpevnění vzniklého gelu (sýřeniny). Přidává se zpravidla jeho nasycený roztok v množství 5 – 20 g na 100 kg mléka. Další látkou přidávanou do mléka je dusičnan draselný. Je přidáván do standardizovaného mléka k zamezení duření sýrů vlivem bakterií mléčného kvašení a koliformních bakterií. Použití KNO_3 je značně omezené, může brzdit činnost zákysových kultur či způsobovat barevné vady při redukci na dusitany reakcí s tyrosinem apod. Do sýrů je možné také přidávat barviva, jako je karoten či anato, což je extrakt z keře *Bixa oregana*. ³

5.2.1.5 Přídavek zákysových kultur

Zákysové kultury obsahují bakterie mléčného kvašení a jejich přidávání do mléka pro výrobu sýrů a tvarohu je nezbytné. Jsou přidávány především k úpravě kyselosti mléka před zasýřením. Dalším z důvodů použití zákysových kultur je tvorba kyseliny mléčné během srážení, čímž dojde k poklesu pH, omezení rozvoji nežádoucí mikroflóry a tím k prodloužení trvanlivosti. pH mléka před zasýřením má také významný vliv na konečnou strukturu sýřeniny a výnosnost výroby. ¹⁸ Zákysové kultury rovněž ovlivňují

senzorické vlastnosti výrobku, texturu a konzistenci vzniklé sýřeniny a v neposlední řadě též lipolytické a proteolytické procesy během procesu zrání.³

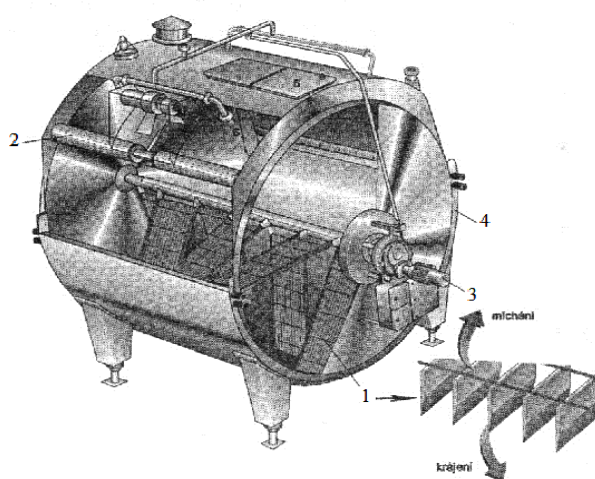
5.2.2 Sýření

Syřidlo, jež je využíváno k výrobě sladkých sýrů, je enzymatická směs.¹⁹ Funkční enzym zajišťující srážení mléčné bílkoviny se nazývá chymosin. Při sladkém srážení mléčné bílkoviny pomocí syřidla dochází k enzymatickému štěpení peptidové vazby v kaseinové frakci κ . Jde o primární fázi srážení. Dochází ke vzniku para- κ -kaseinu a glykomakropeptidu, přičemž para- κ -kasein je na povrchu kaseinové micely a chrání ostatní frakce kaseinu před působením Ca^{2+} iontů, na něž jsou citlivé, a glykomakropeptid přechází do mléčného séra. V sekundární fázi, neboli fázi koagulační, dochází k tvorbě gelu, přičemž je nutná přítomnost Ca^{2+} iontů a teplota musí být vyšší než 6 °C. Terciální fáze se týká proteolytického působení syřidla v průběhu zrání, nesouvisí se srážením mléčné bílkoviny.³

Dříve bylo syřidlo získáváno převážně extrakcí z telecích žaludků, v dnešní době jsou používány též enzymy uměle vytvořené.¹⁹ Takzvané syřidlové náhražky jsou ve své podstatě proteasy mikrobiálního, živočišného či rostlinného původu, na něž je kladen požadavek co nejvyšší koagulační a co nejnižší proteolytické aktivity. Pepsinové syřidlo patří mezi syřidla živočišná a je často využíváno ve směsi se syřidlem chymosinovým. Jako mikrobiální syřidla jsou využívány preparáty izolované z plísní (např. *Rhizomucor miehei*). V dnešní době je již možné získávání rekombinantního syřidla, které vzniká vnesením genu pro tvorbu chymosinu do produkčního mikroorganismu, např. *Kluyveromyces lactis* nebo *Escherichia coli*.^{3,5}

5.2.3 Zpracování sýřeniny

Sýřenina je gel vzniklý zasýřením standardizované směsi. Procesy zpracování sýřeniny zahrnují krájení, drobení, míchání, dohřívání, dosoušení, praní sýrového zrna apod. (viz. Obr. 7) Krájení je zahajovací proces při zpracování sýřeniny. V okamžiku, kdy je dosažena požadovaná tuhost gelu (sýřeniny), dojde k jeho rozkrojení a tím ke vzniku sýrového zrna. Sýrové zrno jsou částice sýřeniny o velikosti 3 – 15 mm, které vznikají drobením. Při krájení a drobení dochází vlivem rozbití gelu na sýrové zrno k úniku syrovátky. Sýřenina je drobená za neustálého míchání v syrovátce, čímž se předchází slepování zrna a sedimentaci. Míchání musí být především na začátku velmi šetrné, aby nedocházelo ke vzniku sýrového prachu, což jsou jemné částice sýrového zrna. Sýrový prach není zadržován v sýru a odchází společně se syrovátkou, čímž se snižuje výtěžnost výroby.



- 1) Kombinovaný nástroj na krájení a míchání sýřeniny
- 2) Síto pro odpuštění syrovátky
- 3) Řízený motorový pohon
- 4) Vyhřívaný plášť
- 5) Víko
- 6) Tryska CIP systému

Obr. 7: Horizontální výrobek sýrů³

Dohřívání a dosoušení je uplatňováno při výrobě polotvrdých a tvrdých sýrů. Dohříváním se zvyšuje teplota zrna z teploty sýřící na teplotu dosoušecí (u nízkodohříváných na 36 – 37 °C, u vysokodohříváných na 48 – 56 °C). Praní sýrového zrna se provádí jen u některých sýrů, např. u sýrů typu eidam či gouda. Při praní je snižován obsah laktosy, zároveň dochází k přehřívání sýrového zrna teplou vodou. Ohřev může být prováděn též pomocí dvojitého pláště nádoby případně kombinací obou způsobů, teplou prací vodou i pláštěm. Obvykle je nejprve rychle odpuštěno 35 % syrovátky

s následným přidavkem 50 – 80 % objemu vody o teplotě 50 – 60 °C. Odpouštění syrovátky musí být rychlé, protože během něj nedochází k míchání a hrozí slepení sýrového zrna. Doba dohřívání a dosoušení je závislá na průběhu prokvašování a odvíjí se od požadované sušiny finálního výrobku.³

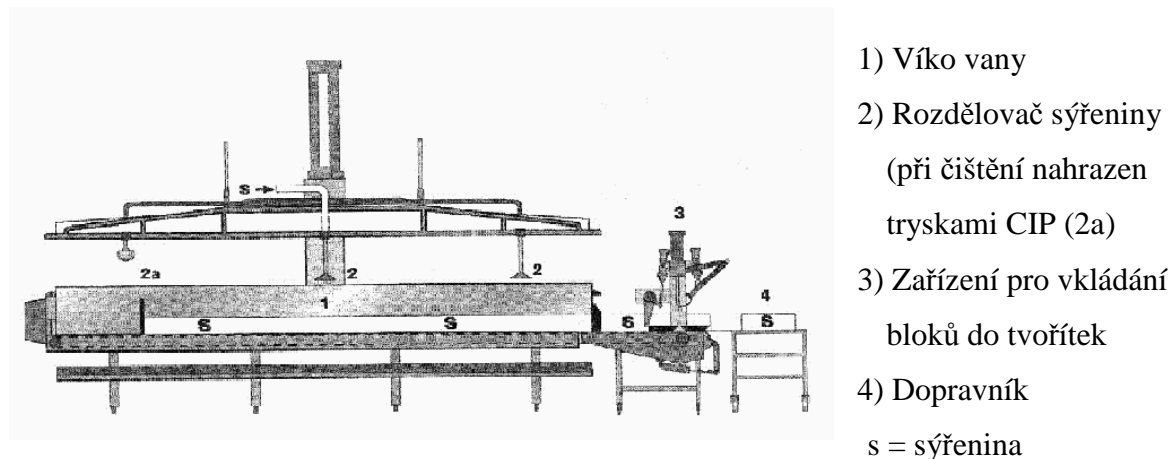
Moderní způsoby technologických výrobních postupů při výrobě sýrů berou ohledy na velké množství syrovátky, která v průběhu zpracování syřeniny odchází společně se sýrovým prachem. Syrovátka obsahuje značné množství sérových bílkovin, které představují až 20 % celkových bílkovin mléka. Dříve byla syrovátka brána jako odpad či vedlejší produkt výroby a odcházela společně s odpadní vodou, čímž ve značné míře zatěžovala životní prostředí.²⁰ Bílkoviny obsažené v této syrovátce jsou nově používány pro výrobu především čerstvých nezrajících sýrů, případně měkkých sýrů s plísni na povrchu. Podstatou využití těchto sérových bílkovin je použití tepelného procesu srážení a ultrafiltrace.

Typickým příkladem využití tepelného procesu je výroba čerstvých sýrů. Předkysané mléko je zahřáto, čímž se syrovátkové bílkoviny vysráží a následně se dostanou do syřeniny. Ultrafiltrací dojde k zahuštění syrovátky. Při ultrafiltraci syrovátky dochází k jejímu průchodu skrze ultrafiltrační membránu pod vysokým tlakem, čímž je získán tzv. retentát a permeát. Retentát je v podstatě zahuštěná složka, kdežto permeát je ultrafiltrát.¹⁰ Sušená syrovátka a z ní vzniklá biomasa lze využít také k pěstování nových startovacích kultur, a to jako surovina pro jejich růst a množení.^{20,21}

5.2.3.1 Formování

Formování sýrů je proces, při němž odchází ze sýrového zrna značný podíl syrovátky. Způsoby formování se odvíjí od typu vyráběného sýra. Při výrobě sýrů s tvorbou ok nesmí dojít ke kontaktu zrna se vzduchem, protože by nedošlo k jeho úplnému spojení. V dnešní době je formování sýrů s tvorbou ok prováděno tak, že do předlisovací vany (Obr. 8) je napuštěna část syrovátky, pod jejíž hladinu je poté vypouštěna zbylá syrovátka společně se zrnem. Předlisovací vana má dno tvořené tkaninou z umělého vlákna, stěny jsou z nerezové oceli. Za pomoci víka předlisovací vany je vytvořen plát syřeniny, který je pohyblivým pásem dopraven ke krájení. Nakrájená syřenina je vkládána do plastových či nerezových forem, tzv. tvořítek, v nichž je následně

lisována. Dutinky mezi zrny jsou vyplněny syrovátkou a zákysové kultury v nich tvoří CO_2 , který vytváří kulaté dírký – oka, případně uniká ze sýra.



Obr. 8: Předlisovací vana³

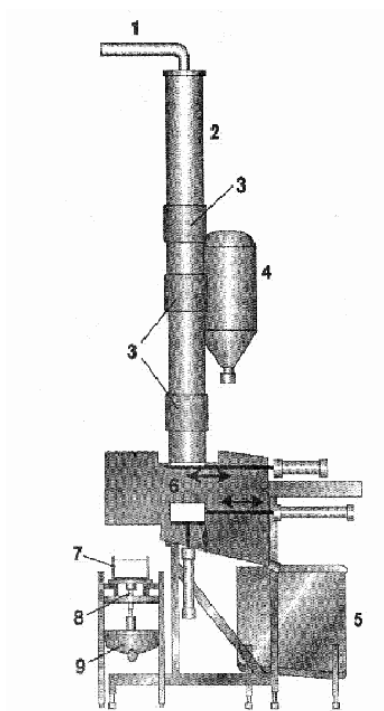
Sýry s granulární texturou mají lesklý povrch. Při nalévání sýřeniny nevádí kontakt zrna se vzduchem. Výsledné dírký mají nekulatý tvar a nedochází k úplnému spojení zrna. Pro sýry s uzavřenou texturou jsou používány ČMK netvořící plyny. Výsledná textura sýra má nepravidelné dírký s drsným povrchem. Při výrobě pařených sýrů je prokysaná sýřenina prohnětena v horké vodě o teplotě 70 – 85 °C, čímž dostane vláknitou strukturu a následně je tvarována do různých tvarů.³

5.2.3.2 Lisování

Měkké sýry jsou lisovány vlastní vahou, není na ně kladen další vnější tlak. Je však nutné obracení, čímž dojde k rovnoměrnému odchodu syrovátky z celé hmoty sýra. Tvrdé a polotvrdé sýry se lisují. Lisování se provádí pomocí přetlaku, který postupně roste od 0,005 až do 0,04 MPa oproti tlaku atmosférickému po dobu přibližně 60 min. dle použité technologie. Během lisování dochází k dalšímu prokvašování sýrů a tvorbě finální struktury výrobku, případně základu kůrky u sýrů dlouhozrajících. K lisování již formované sýřeniny slouží vertikální pneumatický lis (Obr. 9). Je používán i kontinuální systém zpracování sýrového zrna (Obr. 10).³



Obr. 9: Vertikální pneumatický lis³



- 1) Přívod směsi syrového zrna a syrovátky
- 2) Formovací trubice
- 3) Perforované sekce
- 4) Jímací zařízení na syrovátku
- 5) Vyrovnávací nádrž na syrovátku
- 6) Krájecí zařízení
- 7) Tvořítka
- 8) Dopravník
- 9) Zachycování syrovátky

Obr. 10: Kontinuální systém předlisování Cosomatic³

5.2.4 Solení

Solení sýrů patří k jedné z nejdůležitějších operací výroby. Kromě chuti a konzistence výsledného výrobku ovlivňuje přidavek soli i aktivitu enzymů a ČMK. Zvýšením osmotického tlaku v dutinách sýra dochází k většímu uvolnění syrovátky. Většina sýrů obsahuje 0,5 až 2 % soli, sýry s plísní v těstě a bílé sýry obsahují

až 7 % soli. Při pronikání soli do sýra se uplatňují difúzní procesy, na povrchu sýrových zrn naopak procesy osmotické. Tukové kuličky, vyšší viskozita a protitok ostatních složek difúzi nepříznivě ovlivňují.

Solení sýrů se provádí několika způsoby. Solení do zrna je přidavek suché soli do rozkrájené sýřeniny před formováním. Výhodou solení do zrna je usnadnění výroby, protože tento proces může být zařazen přímo do výrobní linky. Při způsobu solení do zrna dochází k prosolení celého objemu sýřeniny, protože NaCl vytvoří kolem každého zrna nasycený roztok. Při lisování zasolené sýřeniny dochází k odtoku velmi slané syrovátky. Tento způsob solení je používán především pro sýry čedarového typu.^{3,22} Dalším způsobem solení sýrů je solení na sucho, kdy je na povrch již zformovaných sýrů nanášena a vtírána suchá či vlhká sůl. Způsob solení na sucho je pomalý a je nutné jej vícekrát opakovat, aby došlo k prosolení celého objemu. Nejpoužívanější způsob solení je s použitím solných lázní za atmosférického tlaku. Solná lázeň má teplotu obvykle mezi 10 až 14 °C a koncentrace soli se pohybuje v rozmezí 18 až 22 %.³ Doba solení v solné lázni se odvíjí jak od velikosti a tvaru sýra, tak od požadovaného obsahu soli v něm, např. sýry ementálského typu se solí 2 až 3 dny.¹

pH solné lázně je voleno podle typu sýra, který bude solen. Měkké sýry bývají soleny v lázni o pH 4,8 až 5,0, tvrdé při 5,2 pH. Důležité je také pH sýru při jeho vkládání do solné lázně. Je-li pH příliš vysoké, sýr neabsorbuje dostatečné množství soli a bude měkký. Naopak příliš nízké pH zapříčiní, že sýr bude tvrdší a křehčí.³

Využití solných lázní je v kombinaci se solením do zrna používáno i pro solení sýrů s plísní v těstě, čímž se značně omezí ruční práce při solení na sucho.²² Nově využívaným procesem je solení v solných lázních za vakua, čímž se sníží potřebná doba solení a ztráty soli v lázních.²³

5.2.5 Zrání

Všechny sýry, s výjimkou nezrajících, procházejí procesem zrání, jež zahrnuje všechny změny ve struktuře, vzhledu, chuti, vůni a dalších vlastnostech sýra a zajišťují jej enzymy a ČMK. Přidané ČMK mají proteolytické, lipolytické a kyselinotvorné účinky, čímž udělují sýru charakteristické znaky.²⁴ Probíhá v podstatě během celého

technologického postupu, především však během formování a lisování a v samotném procesu zrání.

Před vlastním procesem zrání probíhá tzv. předběžné zrání. Dochází k fermentaci laktosy a je nutné během 24 h dosáhnout požadované kyselosti, u sýrů tvrdých 5,2 pH, u měkkých 4,8 – 5,0 pH. Kyselost podle Soxhlet-Henkela by měla dosahovat nejvyšších hodnot, a to průměrně 80 – 90 °SH v závislosti na sušině a v ní obsaženém tuku. Kyselina mléčná, vznikající fermentací laktosy, je neutralizována složkami obsaženými v mléce za vzniku mléčnanu, který je zachycen ve sraženině. Mléčnan slouží jako substrát pro další ČMK, např. při propionovém kvašení, kdy vedle kyseliny octové a propionové vzniká oxid uhličitý, který zapříčiňuje tvorbu ok ve hmotě sýra. Nežádoucím rozkladem mléčnanu, např. při máselném kvašení, vzniká vedle dalších produktů reakce také vodík, který způsobuje pozdní duření, kdy dochází k popraskání sýrů.

Proteolýza probíhá působením syřidlových enzymů²⁵ Para-κ-kasein se štěpí na polypeptidy, dipeptidy a aminokyseliny. Při špatném proteolytickém zrání může docházet ke vzniku nežádoucích či škodlivých produktů reakce rozkladu aminokyselin, jako je amoniak, močovina, vodík, kyselina máselná, apod. Rozkladem bílkovin dochází rovněž ke vzniku těkavých mastných kyselin, které dodávají sýru charakteristickou chuť. Degradace bílkovin během zrání je hodnocena rozsahem a hloubkou zrání. Rozsah zrání je obsah ve vodě rozpustného dusíku vzhledem k dusíku celkovému v procentech. Hloubka zrání je obsah aminosloučenin a amoniaku v celkovém obsahu dusíku.

Lipolytické změny probíhají zejména u sýrů plísňových kvůli uvolněným mastným kyselinám.^{3,22} Konzistence sýrů se během zrání výrazně mění. Na tuhost sýra má významný vliv bobtnání para-κ-kaseinu, což záleží na obsahu kyseliny mléčné. V přítomnosti kyseliny mléčné vzniká s para-κ-kaseinem laktát, který je rozpustný v roztoku NaCl při pH 5,2. Podstatou zvláčnění sýrů je výměna sodných iontů z roztoku NaCl za ionty vápenaté obsažené v para-κ-kaseinu, čímž dochází k jeho bobtnání. Naopak při vysokém obsahu kyseliny mléčné nedochází k výměně vápenatých iontů za sodné, ale jsou vytěšňovány kyselinou, tvoří se nerozpustný bilaktát a konzistence sýra je tuhá.

Samotný proces zrání může probíhat dvěma způsoby, a to buď v celé hmotě sýra (anaerobně), které převládá u sýrů tvrdých, nebo od povrchu dovnitř působením povrchové mikroflóry (aerobně). Při anaerobním zrání je sýr po zasolení zabalen do zrací fólie, která je nepropustná pro vodu a kyslík, ale propustná pro oxid uhličitý, případně se povrch sýra potahuje vrstvou vosku či plastu. Ideální ztráta vlhkosti během zrání ve fóliích

je 3 až 6 %. ²⁶ Zrací fólie zabraňuje růstu povrchové mikroflóry. Použití plastových zracích fólií nemění chuťové vlastnosti sýra, ale může mít vliv na jeho konzistenci a vzhled. ²⁷ V některých případech je povrch sýra také ošetřován 2 až 3 % roztokem chloridu sodného, čímž dochází k potlačení povrchové mikroflóry a zároveň k prosolování. Podle typu sýra se liší i podmínky zrání, jako je teplota, doba, rychlost, tvorba mazu, kůrky, apod.

V posledních letech je věnována pozornost studiím zkrácení zrací doby, což by mělo značnou výhodu jak pro výrobce, tak pro spotřebitele. ²⁴ Nově mohou být během procesu zrání přidávány probiotické kultury rodů *Lactobacillus*, *Lactococcus* a *Leuconostoc* pro své pozitivní účinky na zdraví konzumentů sýrů. ²⁸

6 Závěr

V této práci byla vypracována literární rešerše na základní procesy při výrobě sýrů, včetně získávání a úpravy výchozí suroviny (mléka) a použitých mikroorganismů (ČMK). V dnešní době je známé velké množství technologických procesů, které mají společné znaky, a ty byly v bakalářské práci prezentovány.

Mléko a mléčné výrobky, převážně sýry, vždy byly a budou nedílnou součástí lidského jídelníčku. Jsou nenahraditelným zdrojem mnoha důležitých esenciálních látek, které člověk musí přijímat z potravy. Nové technologické postupy výroby a zpracování sýrů jsou proto stále předmětem zájmu. I přesto, že základní výrobní procesy zůstávají zachovány, dochází stále k objevování a zavádění nových, modernějších a úspornějších technologií, kdy je brán zřetel též na životní prostředí, výtěžnost výroby a nutriční hodnoty výrobků.

7 Seznam použité literatury

1. Čepička J., a kol.: *Obecná potravinářská technologie*, VŠCHT Praha, 1995, 246
2. http://fle.czu.cz/~hejcman/Prednasky/Zemedienstvi9_mlecny_skot.pdf, 2006, staženo 9. 3. 2012
3. Kadlec P., a kol.: *Technologie potravin II.*, VŠCHT Praha, 2002, 236
4. http://eso.vscht.cz/cache_data/1206/www.vscht.cz/tmt/studium/tmv/tmv_snimky01.pdf, 2005, staženo 18. 3. 2012
5. Březina P., Jelínek J., *Chemie a technologie mléka, I.část*, Praha, 1990, 1 - 167
6. Noni I., Battelli G.: *Food Chem* 109, 2008, 299–309
7. Žižka B., Korbelová M.: *Mikrobiologie I.*, Praha 1992, 195
8. <http://www.cmsch.cz/store/vysledky-lrm-za-prosinec-2011.pdf>, 2011, staženo 7. 4. 2012
9. Březina P., Jelínek J., *Chemie a technologie mléka, II.část*, Praha, 1990, 167 - 325
10. Görner F., Valík L.: *Aplikovaná mikrobiológia požívatín*, Malé centrum, Bratislava, 2004, 528
11. Firmesse O., Alvaro E., Mogenet A., Bresson J.L., Lemée R., LeRuyet P., Bonhomme C., Lambert D., Andrieux C., Doré J., Corthier G., Furet J.P., Rigottier-Gois L.: *Int J Food Microbiol* 125, 2008, 176–181
12. Vinderola C.G., Costa G.A., Regenhardt S., Reinheimer J.A.: *Int Dairy J* 12, 2002, 579 - 589
13. Vyhláška č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, Ministerstvo zemědělství, 2003, 24
14. Hicks C.L., Morales M.M., Russell-Campbell E.: *J Dairy Sci* 81, 1998, 621-630
15. Atasoy A.F., Türkoglu H.: *Food Chem* 115, 2009, 71–78
16. Delgado F.J., González-Crespo J., Cava R., Ramírez R.: *LWT-Food Sci Technol* 48, 2012, 268 – 275
17. Juan B., Ferragut V., Guamis B., Trujillo A.J.: *Int Dairy J* 18, 2008, 129–138
18. Ong L., Dagastine R.R., Kentish S.E., Sally L. Gras S.L.: *Food Res Int* 48, 2012, 119–130
19. <http://www.milcom-as.cz/zavod-tabor/produkty/syridla.html>, 2010, staženo 26. 5. 2012

20. Koutinas A.A., Papapostolou H., Dimitrellou D., Kopsahelis N., Katechaki E., Bekatorou A., Bosnea L.A.: *Bioresource Technol* 100, 2009, 3734 - 3739
21. Kazemimoghadam M., Mohammadi T.: *Desalination* 204, 2007, 213–218
22. Forman L., a kol.: *Mlékárenská technologie II.*, VŠCHT Praha 1992, 217
23. Chiralt A., Fito P., Barat J.M., Andrés A., Gonzáles-Martínez C., Escriche I., Camacho M.M.: *J Food Eng* 49, 2001, 141-151
24. El Soda M.A.: *FEMS Microbiol Rev* 12, 1993, 239-252
25. Prieto B., Urdiales R., Franco I., Fresno J.M., Carballo J.: *Food Chem* 70, 2000, 227-233
26. Picque D., Leclercq M.N., Guillemin H., Perret B., Cattenoz T., Provost J.J., Corrieu G.: *J Dairy Sci*, 93, 2010, 5601 – 5612
27. Hough G., Martinez E., Barbieri T., Contarini A., Vega M.J.: *Food Qualprefer* 5, 1994, 271-280
28. Settanni L., Moschetti G.: *Food Microbiol* 27, 2010, 691-697